

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID PADA MATERI BANGUN RUANG

Moch Shobachus Surur*¹⁾, Rohman Djaya²⁾, N Ariyanti³⁾

1. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
2. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
3. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Augmented Reality; Android; Media Pembelajaran; Bangun Ruang

Keywords: *Augmented Reality; Android; Learning Media; Geometry*

Article history:

Received 11 October 2024

Revised 14 November 2024

Accepted 10 December 2024

Available online 1 March 2025

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jupi.v10i1.5771>

* Corresponding author.

Corresponding Author

shobachussurur557@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu alat pendidikan yang mungkin dapat membantu guru dalam memperdalam pemahaman siswanya adalah media pembelajaran. Siswa akan dapat memperoleh ilmu dari guru dengan menggunakan berbagai media pembelajaran. Teknologi yang dikenal sebagai augmented reality (AR) menggabungkan objek virtual dalam dua atau tiga dimensi dengan lingkungan sebenarnya, memproyeksikan atau menampilkan konten gabungan secara real time. Tidak seperti Virtual Reality (VR) yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, tetapi Augmented Reality (AR) hanya melengkapi kenyataan. Penelitian ini menerapkan Augmented Reality dalam aplikasi pembelajaran matematika materi bangun ruang. Penerapan ini didasarkan atas menurunnya minat belajar anak – anak khususnya pada mata pembelajaran matematika. penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran pada mata pelajaran matematika berbasis android dengan Augmented Reality di materi bangun ruang serta menumbuhkan minat belajar untuk siswa. Penelitian ini menggunakan tools Blender dan Unity. Untuk SDK menggunakan EasyAR dan memiliki 8 bangun ruang. Sehingga aplikasi ini diharapkan bisa digunakan dengan efektif dan menarik minat belajar para siswa karena dapat membuat materi terkesan lebih menarik, interaktif, dan dapat dimainkan untuk menghindari kejenuhan siswa pada mata pembelajaran matematika khususnya materi bangun ruang.

ABSTRACT

One educational tool that might help teachers deepen their students understanding is learning media. Students will be able to gain knowledge from teachers by using various learning media. Technology known as augmented reality (AR) combines virtual items in two or three dimensions with an actual environment, projecting or displaying the combined content in real time. Unlike Virtual Reality (VR) which completely replaces reality, Augmented Reality (AR) just completes the reality. This research applies Augmented Reality in the application of mathematics learning in spatial material. This implementation is based on the decline in children's interest in learning, especially in mathematics subjects. This research aims to develop learning media for Android-based mathematics subjects with Augmented Reality in spatial materials and to grow students' interest in learning. This research uses Blender and Unity tools. The SDK uses EasyAR and has 8 layouts. So it is hoped that this application can be used effectively and attract students' interest in learning because it can make the material seem more interesting, interactive, and can be played to avoid student boredom in mathematics subjects, especially geometric material.

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi sangat berkembang begitu pesat dalam beberapa tahun terakhir sehingga telah mengubah cara masyarakat mencari dan memperoleh informasi. Sekarang dimungkinkan untuk menerima informasi tidak cuma di surat kabar, media audio visual, dan sumber elektronik, tetapi juga sumber-sumber informasi lainnya seperti melalui jaringan internet[1]. Teknologi informasi memainkan peranan penting dalam kehidupan sehari-hari, memfasilitasi pencapaian tujuan melalui penggunaannya. Hal ini menunjukkan bahwa di zaman global ini, penggunaan teknologi informasi di kelas untuk meningkatkan pembelajaran telah menjadi kebutuhan dan tuntutan[2].

Salah satu alat pendidikan yang mungkin dapat membantu guru dalam memperdalam pemahaman siswanya adalah media pembelajaran. Siswa akan dapat memperoleh ilmu dari guru dengan menggunakan berbagai media pembelajaran. Salah satu sumber belajar tambahan yang digunakan dalam matematika adalah bangunan ruang. Setiap jenis bangun geometri mempunyai bentuk, rumus luas dan volume masing - masing. Pembelajaran di MI Himmatul Ulya Tlasih Menurut Kurikulum 2013, kelas 6 mencakup sub pokok bahasan bentuk bangun ruang. Membentuk berbagai bentuk spasial untuk menghitung volume dan mencari luas permukaan bangun ruang merupakan kompetensi dasar yang harus dimiliki siswa pada sub pokok bahasan tersebut[3]. Standar proses menunjukkan salah satu faktor yang menentukan berhasil tidaknya suatu proses pembelajaran. “Standar proses adalah kriteria mengenai penyelenggaraan pembelajaran pada satuan pendidikan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan (SKL)” demikianlah PP No. 32 Tahun 2013 tentang standar nasional pendidikan menempatkannya”[4]. Untuk mensimulasikan dan menyajikan secara virtual informasi-informasi penting tentang teknik dan pendekatan tersebut sehingga guru dapat memahaminya dan kemudian memberikan pembelajaran aktif sesuai dengan persyaratan penerapan Kurikulum 2013 dari pendekatan teknologi Augmented Reality (AR).[5]

Istilah Augmented Reality (AR) mengacu pada menggabungkan teknologi benda virtual dalam 2 atau 3 dimensi dengan lingkungan fisik, sehingga memungkinkan benda tersebut muncul atau diproyeksikan secara realtime. Hal-hal virtual dan nyata dapat dikombinasikan dengan sebuah teknologi tampilan yang benar, dan perangkat input tertentu dapat memungkinkan terjadinya interaksi.[6]. Penelitian ini akan menerapkan Augmented Reality di aplikasi mata pembelajaran matematika pada materi bangun ruang. Penerapan ini didasarkan atas menurunnya minat belajar anak – anak khususnya pada mata pembelajaran matematika.

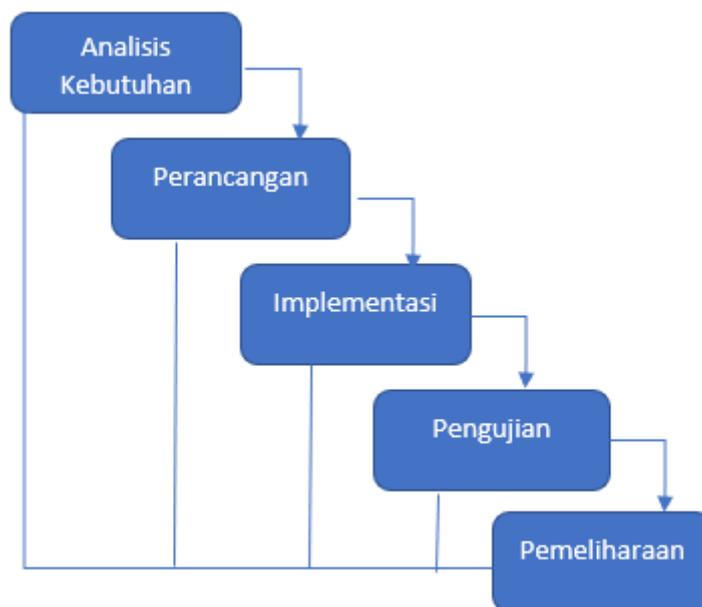
Penelitian yang terkait pada penelitian ini yang pertama ialah Jurnal K Anam mahasiswa Universitas Terbuka dengan judul pengembangan aplikasi mobile learning berbasis Augmented Reality materi bangun ruang, yang menjelaskan penulis membuat aplikasi Pengembangan media pembelajaran bangun ruang berbasis mobile dengan Augmented Reality Bangun Ruang. Konten media ini meliputi simulasi Augmented Reality, sumber pembelajaran, materi, kalkulator, konstruksi ruang, dan data berdasarkan temuan analisis kebutuhan siswa[7]. penelitian kedua yaitu Jurnal Infotech Journal Rusnandi, Enang Sujadi, Harun Fibriyani, Eva Fauzyah, Noer judul Implementasi Augmented Reality (AR) pada pengembangan media pembelajaran pemodelan bangun ruang 3D, untuk Siswa Sekolah Dasar Guru dan tenaga kependidikan lainnya dapat membuat materi pembelajaran audio visual yang menarik secara visual yang dapat digunakan sendiri oleh siswa dengan merancang aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality untuk smartphone Android. Jadi perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya terletak pada pembaruan fitur yang selama ini belum ada yaitu input field, tanpa marker, warna bangun yang dapat diganti sesuai keinginan dan menggunakan asset trilib yang memungkinkan user dapat mengimport file 3D kedalam aplikasinya. Pemakaian media pembelajaran dapat menumbuhkan minat siswa untuk belajar hal baru dalam materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru sehingga dapat dengan mudah dipahami.[8] Penggunaan Augmented Reality (AR) sebagai alat pengajaran dapat memfasilitasi pemodelan geometris bentuk spasial tiga dimensi yang diproyeksikan secara visual. Karena kemampuan mengolah data secara cepat dan real time, serta tersedianya tampilan 3D yang interaktif dan menarik serta mempunyai aspek hiburan dapat memberikan lingkungan belajar yang menyenangkan, tidak bosan, santai, dan menarik yang memfasilitasi pencapaian tujuan pembelajaran dan menumbuhkan minat belajar[9].

Uraian tersebut menjadi dasar tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui tata cara pembuatan materi pembelajaran berbasis Augmented Reality pada mata pembelajaran matematika pada perangkat Android serta menumbuhkan minat belajar untuk siswa. Penelitian ini menggunakan Blender dan Unity. Sehingga objek virtual 2 dimensi (2D) teknologi AR, pengguna dapat melihat dunia nyata yang ada di sekelilingnya dengan penambahan obyek virtual yang dihasilkan komputer.[10] Tidak seperti *Virtual Reality* yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, namun *Augmented Reality* hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan. [11] Tanpa menggunakan sumber yang berupa target konsisten mengenai komputer *vision* yang fokus pada *image recognition*. [12]. Sedangkan , *Unity* 3D dapat digunakan untuk membuat data terkait lainnya seperti desain dan model nyata, seperti animasi mesin game *Untime* 3D.[13] Diharapkan bisa digunakan dengan efektif dan menarik minat belajar para siswa

karena dapat digunakan untuk menyempurnakan pemberian materi, membuatnya lebih menarik, dan menjaga siswa agar tidak bosan dengan apa yang dipelajarinya.

II. METODE PENELITIAN

Pengenalan bentuk bangun ruang pada pembelajaran matematika berbasis Augmented Reality menjadi topik utama penelitian ini. MI Himmatul Ulya dijadikan sebagai lokasi penelitian. mengenai pengenalan bangun ruang bagi siswa kelas 6 peneliti melihat adanya proses pembelajaran yang kurang inovatif. Untuk mewujudkan inovasi baru dalam proses belajar mengajar antara siswa dan guru, maka perlu dikembangkan materi pembelajaran berbasis AR.. Penelitian ini menggunakan metode Waterfall. karena mencakup struktur tahapan pengembangan sistem yang terdefinisi dengan baik, dokumentasi pada setiap tingkat pengembangan, dan pelaksanaan berurutan setiap tahapan sesuai dengan prosesnya.[14] Kerangka kerjanya sederhana untuk dipahami, dan perangkat lunak yang dapat didokumentasikan secara menyeluruh dapat dibuat dengan mudah. Salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pengembangan perangkat lunak adalah metode Waterfall. Pendekatan metode ini memungkinkan pengendalian biaya dan penjadwalan yang ketat. Hal ini pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas dan memungkinkan penyelesaian satu langkah sebelum memulai langkah berikutnya. Tahapan – tahapannya pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

1. Analisis Kebutuhan

Memahami persyaratan dan tujuan perangkat lunak yang harus diproduksi adalah langkah pertama dalam proses ini. mencakup elemen-elemen yang diperlukan untuk hasil perancangan menyelesaikan permasalahan saat ini sesuai dengan tujuan.[15] Penulis akan meneliti persyaratan dan kebutuhan pengguna untuk mengidentifikasi fitur dan fungsi yang diperlukan. Pada penelitian ini menggunakan metode observasi dan wawancara dengan beberapa siswa dan guru dalam teknik pengumpulan data.

2. Perancangan

Setelah menganalisis kebutuhan, penulis menggunakan Metode Waterfall untuk membangun arsitektur perangkat lunak, desain, dan persyaratan teknis setelah menentukan apa yang dibutuhkan. Posisi ini juga memerlukan perancangan antarmuka pengguna dan diagram alur. Disini penulis menggunakan tool figma dalam membuat perancangannya.

3. Implementasi

Implementasi mengarah pada pembuatan kode program, Kode program dibuat selama implementasi, dan pengujian dilakukan untuk menjamin perangkat lunak dibangun dengan standar yang tinggi. Penggunaan unity dalam membuat program, disertai easyAR untuk fitur Augmented Reality, sedangkan pembuatan objek 3D menggunakan software blender.

4. Pengujian

Untuk memastikan perangkat lunak berfungsi sebagaimana mestinya, pengujian dilakukan setelah pembuatan kode program. Perangkat lunak yang mampu memuaskan kebutuhan pengguna adalah produk akhir. Disini penulis melakukan beberapa pengujian, seperti pengujian bangun ruang, pengujian blackbox dan pengujian efektivitas.

5. Pemeliharaan

Hanya setelah penulis mengeluarkan produk kepada pelanggan barulah prosedur pemeliharaan dilakukan. Perangkat lunak ini akan terus diperbarui, disempurnakan, dan diperluas oleh penulis sesuai dengan kebutuhan pengguna. Untuk pemeliharaan penulis bekerjasama dengan guru khususnya jika ada perubahan soal – soal dihalaman quiz.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kebutuhan

Langkah pertama metode Waterfall melibatkan komunikasi untuk mengumpulkan persyaratan dari pengguna perangkat lunak yang harus diproduksi. kemudian diberikan penjelasan untuk mengidentifikasi fungsional dan non-fungsional antara lain:

a. Fungsional

Fungsional sistem adalah serangkaian layanan yang ditawarkan, seperti bagaimana sistem bereaksi terhadap masukan dan berperilaku dalam skenario tertentu. Aplikasi tersebut antara lain harus memenuhi kriteria fungsional yang ditetapkan yaitu:

1. Sistem dapat mendeteksi benar atau salah di soal pada quiz.
2. Sistem menampilkan bangun ruang 3D pada AR Camera
3. Sistem dapat memunculkan deskripsi bangun ruang secara AR.
4. Sistem dapat menampilkan semua fitur yang ada
5. Sistem memuat view control pada bangun ruang yang ditampilkan.

b. Kebutuhan Non Fungsional

Persyaratan yang berpusat pada karakteristik perilaku sistem dikenal sebagai kebutuhan non fungsional. Keterbatasan layanan atau fungsionalitas yang ditawarkan sistem merupakan istilah lain untuk kebutuhan non-fungsional. Antara lain:

1. Analisis Kebutuhan perangkat keras (Hardware)

Penentuan perangkat keras yang dibutuhkan untuk menghasilkan aplikasi merupakan bagian dari tahap analisis kebutuhan perangkat keras proses pengembangan aplikasi. Penelitian ini menggunakan spesifikasi komputer atau perangkat keras antara lain:.

- a. Laptop
- b. Chipset Inter(R) Core(TM) i53-5300U (2.30GHz).
- c. Intel® HD Graphics 2 GB
- d. RAM 8 GB DDR3
- e. Mouse ROBOT M100
- f. Hardisk 500 MB

2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Proses mencari tahu perangkat lunak apa yang diperlukan untuk membangun suatu aplikasi disebut analisis kebutuhan perangkat lunak. Pada penelitian ini program komputer yang digunakan adalah.

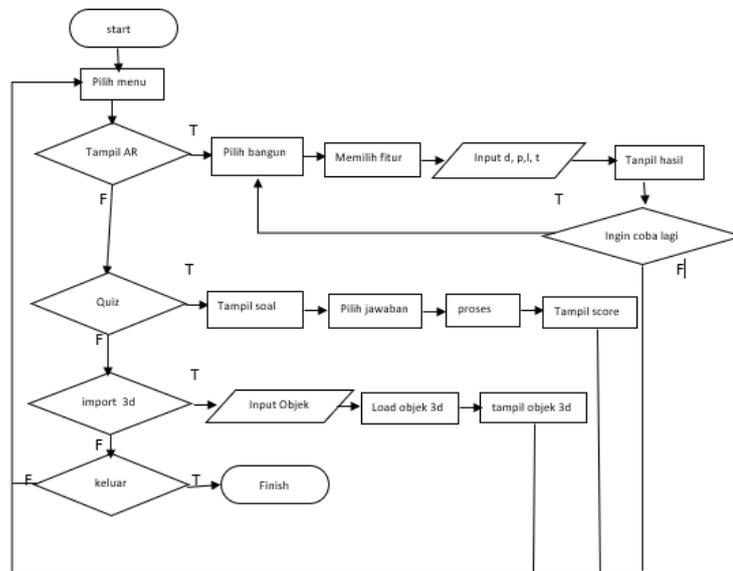
- a. Windows 10 sebagai operasi sistem
- b. Unity 2019.4.12f1
- c. Easy AR
- d. Blender untuk modeling 3D
- e. Adobe Illustrator untuk membuat design user interface.

B. Perancangan Sistem

Setelah definisi kebutuhan sistem, muncullah tahap perencanaan sistem. Perencanaan sistem bertujuan untuk memberikan suatu gambaran yang menyeluruh dan tepat mengenai sistem yang akan dikembangkan.

1. Flowchart

Flowchart adalah sebuah diagram yang menjelaskan alur proses secara keseluruhan dari sebuah sistem [16]. Flowchart berisikan step by step yang dikerjakan sebuah sistem. Tahapan tersebut bisa dilihat pada gambar 2 dibawah ini :

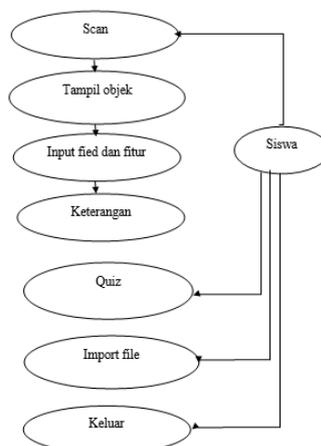


Gambar. 2. flowchart

Halaman Utama/menu kemudian dapat memilih 4 halaman seperti tampil AR, import. quiz dan keluar. Halaman tampil AR memiliki beberapa fitur tambahan ada tampil objek yang terdiri sisi, jaring – jaring, warna, input field dan keterangan. untuk objeknya sendiri berjumlah 8 buah bangun ruang yaitu kubus, bola, kerucut, balok, limas segiempat, prisma, tabung dan limas segitiga. Di halaman quiz terdapat score atau poin yang nantinya jika siswa menjawab pertanyaan dengan benar maka akan mendapatkan poin, kemudian untuk halaman import terdapat fitur untuk load file objek 3D dari perangkat pengguna. Untuk halaman terakhir yaitu keluar digunakan untuk keluar dari aplikasi.

2. Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara sistem dan actor. diagram use case yang menunjukkan bagaimana pengguna dan aktor berinteraksi dengan aktivitas yang tersedia bagi mereka di platform. [17] bisa dilihat gambar 3 dibawah ini:

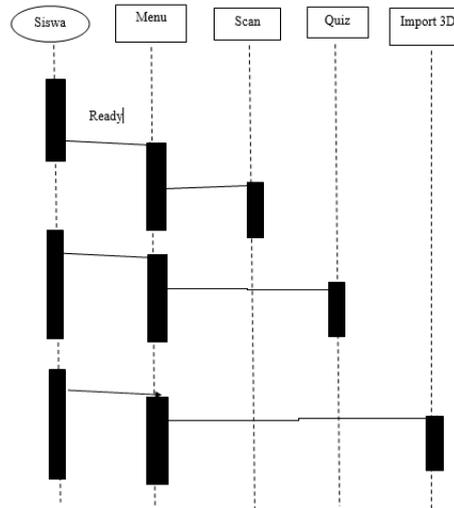


Gambar. 3. Use Case Diagram

Use Case : Akses Siswa
Aktor : Siswa
Tujuan : Siswa mengakses aplikasi tentang bangun ruang berbasis AR.
Kondisi Awal : Sistem siap dioperasikan

3. Sequence Diagram

Sequence Diagram ialah sebuah diagram yang menunjukkan interaksi komponen di sebuah proses secara virtual, bisa dilihat di gambar 4 dibawah ini :



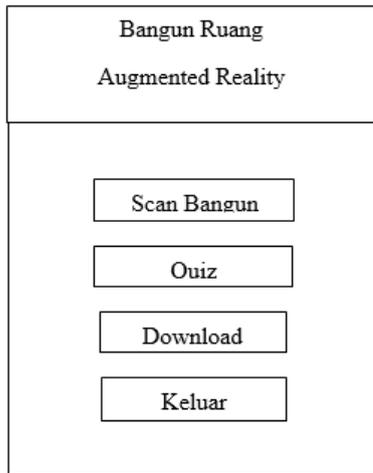
Gambar 4. Sequence Diagram

Sequence diagram yang menampilkan pesan sepanjang waktu, menggambarkan interaksi antara item di dalam dan di sekitar sistem (seperti pengguna, tampilan, dan sebagainya). diagram use case yang menggambarkan interaksi antara aktor dan pengguna serta aktivitas di platform.[18] Diagram urutan digunakan untuk mengilustrasikan bagaimana fungsionalitas use case mengalir. disusun secara kronologis dan digunakan untuk menjelaskan situasi atau tindakan yang dilakukan sebagai reaksi diagram diatas terdapat 4 tahapan antara lain:

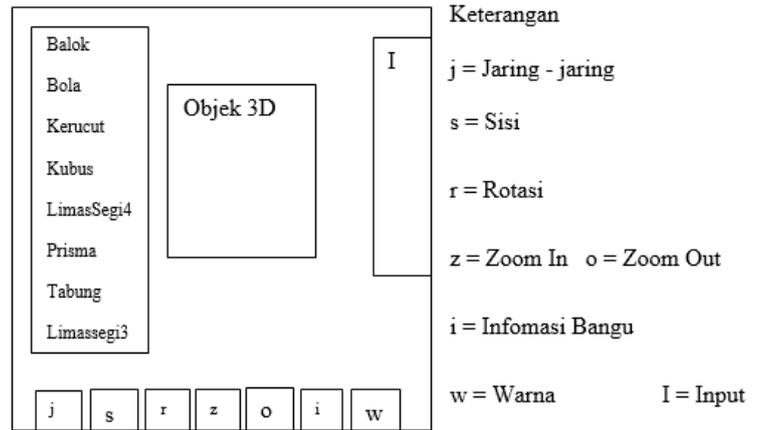
- Sequence diagram menu
siswa masuk ke halaman menu
- Sequence diagram scan
Siswa masuk ke halaman scan
- Sequence diagram quiz
Siswa masuk ke halaman quiz
- Sequence diagram download
Siswa masuk ke halaman download

C. Rancangan Antarmuka

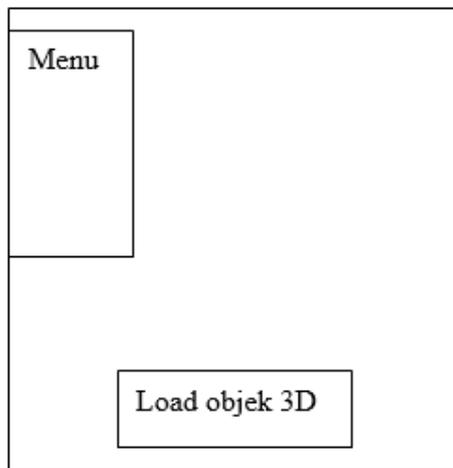
Perancangan media dibuat setelah perlengkapan yang dibutuhkan untuk menghasilkan media pendidikan telah diperoleh. Tampilan sistem yang dibuat pada penelitian ini dibagi 4 bagian yaitu menu utama yang terlihat pada gambar 5, AR bangun ruang yang ditunjukkan oleh gambar 6, Import 3D yang ditunjukkan gambar 7 dan yang terakhir quiz yang terlihat di gambar 8:



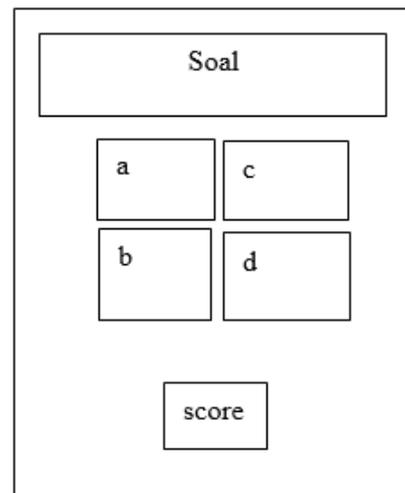
Gambar 5. Rancangan Menu Utama



Gambar 6. Rancangan Halaman AR



Gambar 7. Rancangan Halaman Import



Gambar 8. Rancangan Halaman Quiz

Hasil kajian dan identifikasi persyaratan sistem yang berkaitan dengan kurikulum yang digunakan di sekolah di-perhitungkan saat merancang antarmuka aplikasi AR

D. Tampilan

Setiap tampilan yang ada pada sistem semuanya dibuat dengan penjelasan menyeluruh sebagai berikut:

1. Opening Screen

Tampilan awal pembuka, yang biasanya menampilkan sebuah logo sebagai identitas aplikasi disebut opening screen seperti yang ada pada Gambar 9.



Gambar 9. Opening Screen

2. Tampilan Menu

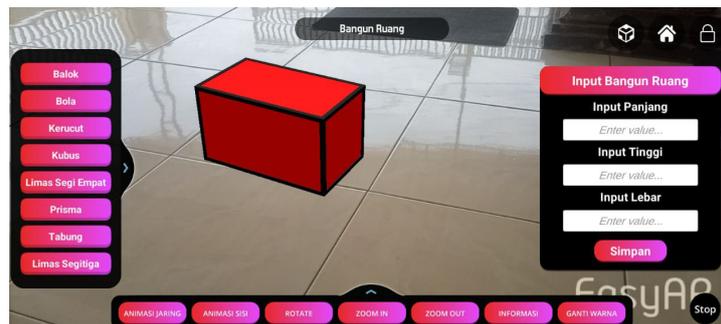
Tampilan menu berisi fitur – fitur yang ada ini, seperti yang pertama ada fitur AR Bangun Ruang, Quiz, Import Object, Panduan dan Exit, dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini sebagai berikut:



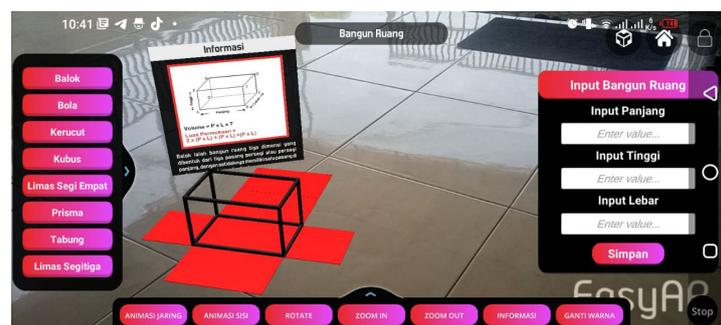
Gambar 10. Tampilan Menu

3. Tampilan Halaman AR Bangun Ruang

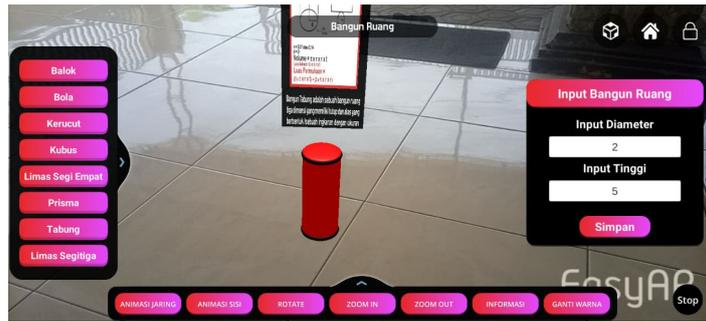
Di halaman ini terdapat fitur AR bangun ruang atau tampilan 3d bangun ruang yang dapat ditampilkan secara realtime, didalamnya juga terdapat fitur lainnya seperti jaring – jaring bangun ruang, penjelasan, tampilan sisi, rotasi, input field, ubah warna dll, disini pengguna dapat memilih bangun yang ingin ditampilkan secara real time tombol button sebelah kiri, ditombol bawah terdapat fitur – fitur pendukung lainnya dan disebelah kanan ada fitur input field jadi pengguna dapat menginputkan nilai yang nantinya tampilan objek 3D mengikuti nilai yang diinputkan. Dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini :



Gambar 11.1 Tampilan Halaman AR



Gambar 11.2 Tampilan Jaring - jaring



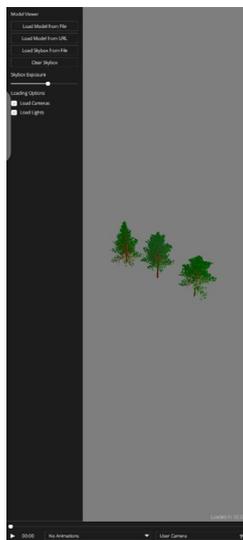
Gambar 11.3 Tampilan Input Field



Gambar 11.4 Tampilan Sisi dan Warna

4. Import Object

Halaman ini berguna untuk import file objek 3d yang ada diperangkat android kemudian ditampilkan, menggunakan asset trilib. Pengguna cukup menekan tombol load objek Seperti yang ada di gambar 12 :



Gambar 12. Tampilan Halaman Import 3D

5. Quiz

Halaman quiz berisi soal – soal tentang bangun ruang yang berupa pilihan ganda, disini terdapat soal dan 4 pilihan jawabannya, yang nantinya user dapat memilih 1 pilihan jawaban yang benar, kemudian lanjut ke soal berikutnya. Setiap soal terdapat timer 10 detik. Jika sudah selesai diakhir muncul jumlah score. Seperti yang ada pada gambar 13 dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 13.1 Tampilan Halaman Quiz



Gambar 13.2 Tampilan Halaman Quiz Game Over

E. Implementasi

Implementasi sistem adalah cetak biru sistem yang sudah ada sebelumnya serta menyelesaikan desain sistem, memverifikasi dan mencatat proses dan program sistem yang diperlukan.[19] Tahap implementasi dilakukan setelah merancang produk pengembangan sistem. dilakukanlah implementasi di sekolah MI Himmatul Ulya dengan melakukan pengujian secara langsung dengan siswa dan guru berjumlah total 10 orang, dengan cara memberikan angket untuk mengetahui respon dari siswa dan guru terkait dengan sistem yang dibuat

F. Pengujian

Hasil pengujian Batas maksimum dan terendah dari nilai-nilai yang dimasukkan pada aplikasi Analisis Nilai Batas diuji dalam pengujian ini dengan menggunakan teknik Black Box Testing. Beberapa tombol permainan dan fungsi diuji pada tahap ini.[20] Tingkat keberhasilan pengujian ditentukan oleh sejauh mana spesifikasi terpenuhi. Dengan mempertahankan tingkat variabel yang normal, BVA dapat dilakukan secara umum. Pengujian black box berkonsentrasi pada kebutuhan fungsional perangkat lunak. Aplikasi "Destudio" diinstal pada sejumlah ponsel yang diberdayakan Android, dan pengujian Black Box dilakukan pada tabel skenario di bawah.

1. Pengujian Black Box

Metode black box digunakan untuk menguji aplikasi ini. Persyaratan fungsional aplikasi yang sedang dikembangkan menjadi fokus utama pengujian. pengujian bisa dilihat Tabel 1.

TABLE I.
 UJI COBA PENGUJIAN BLACK BOX

No	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Klik aplikasi di smarphone, maka aplikasi akan tampil ke tampilan opening screen kemudian diarahkan ke menu utama.	Menampilkan opening screen dan halaman Menu utama	Benar
2	Klik Halaman AR untuk masuk ke tampilan augmented reality	Menampilkan Halaman AR	Benar

3	Memilih bangun ruang	Tampil bangun ruang yang dipilih secara realtime	Benar
4	Mencoba fitur jaring - jaring	Menampilkan jaring – jaring Bangun yang dipilih	Benar
5	Mencoba fitur tampil sisi dan warna	Menampilkan sisinya dan dapat menganti warna warna pada bangun yang dipilih	Benar
6	Mencoba fitur input fied	Menampilkan bangun sesuai inputan yang dimasukkan sesuai dengan P,L,T dan Diameter	Benar
7	Menekan semua tombol yang ada di halaman AR.	Berfungsi dengan baik seperti tombol informasi, rotasi,key, zoom in, zoom out, dll	Benar
8	Mencoba import file 3D yang ada di penyimpanan dan link google	Melakukan impot file 3D kedalam aplikasi tersebut	Benar
9	Mencoba halaman quiz	Menampilkan halaman quiz dan dapat memilih jawaban dengan benar dapat point jika salah tidak dapat apa -apa	Benar
10	Menekan semua tombol yang ada diaplikasi tersebut	Tombol berfungsi dengan baik tanpa ada eror di halaman AR, Import 3D, Quiz dan keluar	Benar

Pengujian aplikasi ini dilakukan pada bangun ruang. Pada beberapa pengujian bisa dilihat Tabel 2.

TABLE II.
 UJI COBA PENGUJIAN BANGUN RUANG

No	Jenis Pengujian	Tampilan Pengujian	Hasil
1.	Balok		Terdeteksi
2.	Bola		Terdeteksi
3.	Kerucut		Terdeteksi
4.	Kubus		Terdeteksi
5.	Limas Segi Empat		Terdeteksi
6.	Prisma		Terdeteksi

7. Tabung		Terdeteksi
8. Limas Segitiga		Terdeteksi

TABEL III.
HASIL RESPONDEN PENGUJIAN

Pertanyaan	Jawaban	(N)	(R)	N.R
Aplikasi mudah diakses oleh user	Baik sekali	4	4	16
	Baik	3	4	12
	Cukup	2	2	4
	Kurang baik	1	0	0
Tampilan aplikasi mudah dimengerti oleh user	Baik sekali	4	6	24
	Baik	3	4	12
	Cukup	2	0	0
	Kurang baik	1	0	0
User mudah mengakses semua halaman	Baik Sekali	4	8	32
	Baik	3	2	6
	Cukup	2	0	0
	Kurang baik	1	0	0
User bisa memunculkan objek 3D augmented reality	Baik sekali	4	5	20
	Baik	3	5	15
	Cukup	2	0	0
	Kurang baik	1	0	0
User bisa mengakses semua fitur yang ada di aplikasi	Baik sekali	4	5	20
	Baik	3	4	12
	Cukup	2	1	2
	Kurang baik	1	0	0

Dari tabel di atas menginformasikan hasil dari jawaban kuisioner, dari 10 orang terdiri dari siswa dan guru yang diberikan. Pada table di atas terdapat skala 1 - 4 nilai tertinggi ialah 4.

$$N.R = (N) * (R) \tag{1}$$

Ket :

N = Skala

N.R = keseluruhan responden

R = jumlah responden

Dari tabel 3 dilakukan proses persentasi dari keseluruhan hasil responden agar mengetahui tingkat keberhasilan dari sistem yang digunakan. Berikut tabel 4 yang disajikan dalam bentuk presentasi responding.

TABEL IV.
PRESENTASI RESPONDING

$\sum N.R$	X	Y	Hasil
32	40	80	Bagus dalam akases aplikasi sehingga user mudah untuk menggunakannya
36	40	90	Desain UI/UX bagus dan menarik, mudah dimengerti dalam mengakses aplikasi
38	40	95	Semua halaman bagus dan bisa diakses dengan mudah
35	40	87,5	dengan adanya objek 3D user dapat lebih faham dalam mengenal bangun ruang
34	40	85	bagus, semua fiturnya sangat menarik dan bermanfaat dalam proses pembelajaran

Tabel di atas menampilkan hasil persentasi responding uji aplikasi, dimana nilai maximum adalah 40. Keterangan dan rumusnya sebagai berikut:

$$X = \text{skala terbesar} * \text{jumlah kuisioner} \tag{2}$$

$$Y = \frac{\sum N.R}{x} * 100 \tag{3}$$

Ket :

$\sum N.R$ = dari setiap pertanyaan jumlah keseluruhan responden

X = jumlah nilai max

Y = dari setiap pertanyaan nilai presentasi responden

Hasil penelitian menjelaskan bahwa penggunaan atau dampak dengan adanya aplikasi Augmented reality dalam pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sangat besar dan sangat layak sesuai dengan penilaian responding dari siswa dan guru mencapai 88%. Aplikasi ini dimanfaatkan untuk siswa dan guru pendamping dalam memberikan penjelasan dalam materi bangun ruang serta menumbuhkan minat belajar. Siswa juga bisa belajar mandiri di rumah dengan memberikan motivasi yang diperlukannya dalam menggunakan media interaktif dan komunikatif untuk meningkatkan pembelajarannya. Kelebihan dari aplikasi ini dari penelitian terdahulu yang pertama menggunakan tools easyAR yang dimana pengguna tidak perlu marker untuk memunculkan objek bangun ruang 3D sehingga bisa digunakan dimanapun dan kapanpun, yang kedua terletak difitur yang begitu kompleks, terdapat juga fitur input field dimana pengguna dapat memasukkan sebuah nilai seperti diameter lingkaran, maka tampilan objek akan sesuai dengan nilai yang diinputkan secara realtime, sehingga siswa tidak perlu bingung dalam mengimajinasikan bentuk bangun ruang. Meskipun begitu aplikasi ini juga memiliki kekurangan salah satunya belum memiliki fitur multiuser sehingga diharapkan pada pengembangan penelitian ini berikutnya dapat menambahkan fitur tersebut sehingga guru tidak perlu bingung ketika ingin menambah atau mengubah soal di halaman quiz

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian dan implementasi pada proses pembangunan aplikasi pembelajaran matematika Augmented Reality pada materi bangun ruang, metode waterfall digunakan dalam penelitian ini. Aplikasi bangun ruang berbasis AR dibuat melalui perangkat lunak atau software Unity 3D dengan konfigurasi EasyAR, sehingga memungkinkan aplikasi tanpa perlu memindai marker agar dapat memproyeksikan bangun ruang ke dalam bentuk objek 3D. Pengujian black box adalah jenis teknik pengujian sistem yang digunakan untuk memeriksa apakah suatu aplikasi beroperasi dan bekerja sebagaimana mestinya. 88% responden menyatakan aplikasi ini sangat berguna bagi siswa menurut data pengujian. Aplikasi ini memiliki keunggulan yang belum ada pada penelitian sebelumnya yaitu fitur input field yang dimana user dapat menginputkan sebuah nilai kemudian objeknya dapat berubah sesuai dengan nilai yang diinputkan. Aplikasi ini dibuat dengan beberapa kekurangan, harapan penulis bisa diperbaiki dikemudian hari. Terdapat rekomendasi untuk mengembangkan penelitian ini. yaitu dengan menambahkan multi user dan fitur upload soal sehingga tidak perlu merubah script atau programnya untuk menambahkan soal baru, tujuannya mempermudah guru dalam mengelolah soal yang ada di fitur quiz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra, and N. Kamil, "Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android," vol. 12, no. 4, pp. 652–657, 2021.
- [2] E. A. Septiasari and S. Sumaryanti, "Pengembangan tes kebugaran jasmani untuk anak tunanetra menggunakan modifikasi harvard step test tingkat sekolah dasar," *J. Pedagog. Olahraga dan Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 55–64, 2022, doi: 10.21831/jpok.v3i1.18003.
- [3] D. Irmayanti, L. Sri Andar Muni, and M. Pratiwi, "Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality," *Nuansa Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 123–134, 2022, doi: 10.25134/nuansa.v16i2.6004.
- [4] F. Mubarak, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Mobile Application Menggunakan App Inventor Pada Mata Pelajaran Mekanika Teknik Untuk Siswa Kelas X Studi Keahlian Tgb Smk Negeri 3 Yogyakarta [skripsi]," p. 140, 2015, [Online]. Available: <https://eprints.uny.ac.id/13145>
- [5] M. Mantasia and H. Jaya, "Pengembangan Teknologi Augmented Reality Sebagai Penguatan Dan Penunjang Metode Pembelajaran Di Smk Untuk Implementasi Kurikulum 2013," *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 6, no. 3, p. 281, 2016, doi: 10.21831/jpv.v5i3.10522.
- [6] E. Rusnandi, H. Sujadi, E. Fibriyany, and N. Fauzyah, "Implementasi Augmented Reality (AR) pada Pengembangan Media Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D untuk Siswa Sekolah Dasar," *Infotech J.*, pp. 24–31, 2016.
- [7] K. Anam, G. Wiradharma, and M. A. Prasetyo, "Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Berbasis Augmented Reality Materi Bangun Ruang," *J. Elem. Sch.*, vol. 5, no. 2, pp. 234–246, 2022, doi: 10.31539/joes.v5i2.4426.
- [8] S. Nurfadillah, C. Rofiqoh Azhar, D. N. Aini, F. Apriansyah, R. Setiani, and U. M. Tangerang, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sd Negeri Pinang 1," *BINTANG J. Pendidik. dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 153–163, 2021.
- [9] S. Balandin, I. Oliver, S. Boldyrev, A. Smirnov, N. Shilov, and A. Kashevnik, "Multimedia services on top of M3 Smart Spaces," *Proc. - 2010 IEEE Reg. 8 Int. Conf. Comput. Technol. Electr. Electron. Eng. Sib.*, vol. 13, no. 2, pp. 728–732, 2010, doi: 10.1109/SIBIRCON.2010.5555154.
- [10] I. P. Sari, I. H. Batubara, A. H. Hazidar, and M. Basri, "Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–215, 2022, doi: 10.56211/helloworld.v1i4.142.
- [11] A. P. Pratiwi and J. Riyanto, "Aplikasi Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Struktur Tumbuhan untuk Anak Usia Dini menggunakan Augmented Reality," *J. Eng. Technol. Appl. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 78–85, 2022, doi: 10.36079/lamintang.jetas-0402.382.
- [12] S. A. Ashari, H. A., and A. M. Mappalotteng, "Pengembangan Media Pembelajaran Movie Learning Berbasis Augmented Reality," *Jambura J. Informatics*, vol. 4, no. 2, pp. 82–93, 2022, doi: 10.37905/jji.v4i2.16448.
- [13] D. Alvendri, Y. Huda, and R. Darni, "Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Konsep Dasar Seluler Menggunakan Aplikasi Unity Berbasis

- Android,” *J. Educ.*, vol. 5, no. 4, pp. 11062–11076, 2023, doi: 10.31004/joe.v5i4.2031.
- [14] A. Solehudin, N. Wahyu, N. Fariz, R. F. Permana, and A. Saifudin, “Yeye Store,” *J. Ilmu Komput. dan Pendidik.*, vol. 1, no. 4, pp. 1000–1005, 2023.
- [15] M. R. Mubaraq, H. Kurniawan, and A. Saleh, “Implementasi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Buah-buahan Berbasis Android,” *It (Informatic Tech. J.)*, vol. 6, no. 1, p. 89, 2018, doi: 10.22303/it.6.1.2018.89-98.
- [16] M. Jumarlis, “Aplikasi Pembelajaran Smart Hijaiyyah Berbasis Augmented Reality,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 1, pp. 52–58, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i1.238.52-58.
- [17] V. Olindo and A. Syaripudin, “Perancangan Sistem Informasi Absensi Pegawai Berbasis Web Dengan Metode Waterfall,” *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–26, 2022.
- [18] N. Hendrastuty, “Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Santri Berbasis Android (Studi Kasus: Pesantren Nurul Ikhwan Maros),” *J. Data Min. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 21, 2021, doi: 10.33365/jdmsi.v2i2.1346.
- [19] A. Mayasari, Y. Supriani, and O. Arifudin, “Implementasi Sistem Informasi Manajemen Akademik Berbasis Teknologi Informasi dalam Meningkatkan Mutu Pelayanan Pembelajaran di SMK,” *JHIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 4, no. 5, pp. 340–345, 2021, doi: 10.54371/jiip.v4i5.277.
- [20] F. Tahel, “Perancangan aplikasi media pembelajaran pengenalan pahlawan nasional untuk meningkatkan rasa nasionalis berbasis android,” *Teknomatika*, vol. 09, no. 02, pp. 113–120, 2019, [Online]. Available: <http://ojs.palcomtech.com/index.php/teknomatika/article/view/467>